中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 50(1): 68～74 (2001)

隱蔽物與飼育密度對鋤紋瓢虫(鞘翅目：瓢蟲科)發育與存活之影響[1]

余志儒　陳炳輝[2]

摘要：'於室內25℃下，評估12公升裝養虫罐中添加隱蔽物與調整飼養密度對集體飼育錨紋瓢虫之效果。結果顯示有添加隱蔽物處理之幼虫、前蛹及蛹之存活率分別爲51.4～56.0%、80.3～81.6%及83.4～93.7%，比對照無添加處理之41.8、77.0及78.9%高，但幼虫與蛹之發育時間及成虫體重均無顯著差異。以瓦楞紙或瓦楞塑膠片爲隱蔽物之效果相近，皆能提高存活率。不同飼育密度對發育所需時間與成虫體重亦無顯著影響，幼虫與前蛹存活率以低密度每罐100隻者最高，達74.3%與91.8%，蛹存活率則不同飼育密度之間差異不顯著，介於93.5～94.6%之間。考量空間利用與操作方便，幼虫飼育密度以每罐100～200隻爲宜。集體飼育以幼虫期之死亡率最高，爲主要死亡時段，前蛹期次之，蛹期最低。

關鍵詞：錨紋瓢虫、蚜虫、集體飼育、隱蔽物。

前　言

網室栽培雖可隔離較大型害虫，但對蚜虫、粉蝨、薊馬、潛蠅及葉蟎等小型害虫仍防不勝防。尤以蚜虫不但直接吸食植物汁液，使葉片捲縮不展、植株生長不良，分泌蜜露引發煤煙病，影響作物之光合作用；同時也是多種植物病毒病的主要病媒昆虫[3, 9]，造成農作物之損失難以估計。

防治蚜虫向來多依賴化學農藥，但爲避免農藥殘毒、環境污染與生態破壞等問題，利用天敵的生物防治法遂逐漸受重視。事實上，瓢虫被應用於作物害虫之生物防治已逾一世紀，且比其他天敵更常被提及[8, 13]，但國內用於防治蚜虫則尚無實例。姚與陶 (1972) 報導錨紋瓢虫 (*Lemnia biplagiata* (Swartz)) 爲本地已記錄之蚜虫捕食性天敵之優勢種類，能於10℃低溫下或颱風季節裡存活[2]，對於危害瓜果蔬菜之蚜虫，如棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover)、桃蚜 (*Myzus persicae* (Sulzer))、僞菜蚜 (*Lipaphis erysimi* (Kaltenbach)) 及白尾紅蚜 (*Uroleucon formosanum* (Takahashi)) 等均能捕食，極具生物防治潛力。

然而生物天敵要在農業上被有效應用，必須能被大量繁殖。通常捕食性天敵有自相殘殺(cannibalism)現象，爲大量繁殖之一大障礙。雖然Pienkowsky (1965) 認爲瓢虫自相殘殺可以是族群的一種自我調節，有其生存的意義[16]，也有學者認爲是發生於食餌短缺之情況下[10]。Frazer (1988) 亦認爲此特性是爲了延長找尋食餌的時間而增加存活機會，以因應不良環境。天敵之集體飼育方式雖有利於節省人力、物力及空間，但自相殘殺現象仍須設法減低，方能達到大量繁殖之目的。有關捕食性瓢虫存活率之報導，多爲單隻飼育或田間觀察，集體飼育之研究國內外均甚少。例如Obrycki and Orr

---

1.行政院農業委員會農業試驗所研究報告第2059號。

2.本所應用動物系助理研究員及技術服務室研究員兼主任。臺灣省　台中縣　霧峰鄉。

(1990) 探討三種瓢虫於室內各捕食不同食餌的發育與存活、Wright and Laing (1982) 在田間觀察瓢虫 (*Coleomegilla maculata lengi* Timberlake) 不同虫期的死亡率及其原因、Agrawala and Dixon (1992) 提到同種個體間及不同種間之殘殺與競爭、Dreistadt and Flint (1996) 描述田間聚集性瓢虫 (*Hippodamia convergens* Guérin-Méneville) 與食餌棉蚜密度之間消長關係等。李 (1995) 曾探討添加隱蔽物提供隱避場所與調整飼育密度等方法，對於基徵草蛉 (*Mallada basalis* Walker)集體飼育時存活率之影響。本試驗亦以此二方式期能提高集體飼育錨紋瓢虫幼虫之效果，供進行其大量繁殖用。

材料與方法

一、棉蚜大量飼育：棉蚜 (*A. gossypii*) 於1992年自嘉義地區之秋香品種洋香瓜田採得並經鏡檢確定之後，即以同品種瓜植株累代飼育其族群。於溫室內定期種植洋香瓜盆栽，盆徑15㎝，每盆1株。待瓜生長約有6片展開之真葉時移入60 × 90 × 90㎝^{3}族群繁殖箱內，外罩1590 mesh/ ㎝^{2}細紗網防止其他天敵侵入，維持棉蚜之基本族群。另將生長有10片以上真葉之植株移入罩有細紗網之60 × 90 × 150㎝^{3}養虫箱內，並接殖棉蚜任其大量繁殖，供做飼育瓢虫之食餌。

二、錨紋瓢虫族群維持：1996年自台中縣霧峰鄉蕃石榴樹上採得瓢虫幼虫，以上述棉蚜飼育至成虫，經鑑定為錨紋瓢虫者集中飼育建立族群。取雌雄成虫各15隻置於12公升裝養虫罐中，罐壁兩側各開一個7 × 7㎝^{2}方口，以同前述之細紗網封住。每日供應足量棉蚜連同瓜葉任其取食，並置1片5 × 10㎝^{2} A浪規格之瓦楞紙板於食餌上方，凹凸面朝下，供其產卵，每日置換新紙板。經2個月進行成虫更新。取同日孵化之幼虫100隻，置於養虫罐中集體飼育，每日提供足量之食餌蚜虫。化蛹時將蛹移至新養虫罐，再取羽化之成虫雌雄各15隻另置於新養虫罐中作為次代族群。俟次代族群開始正常產卵即淘汰前代族群，依此維持族群存續。本試驗取第6子代成虫所產之子代進行測試。

三、集體飼育試驗：

(一) 隱蔽物效果試驗：區分為1. A浪規格之瓦楞紙板；2. 5 × 5㎜^{2}孔徑之瓦楞塑膠板；3.對照組(無添加隱蔽物)三種處理。將足量之棉蚜連同洋香瓜葉片置於養虫罐中，並接殖當日孵化之瓢虫幼虫每罐200隻。每日再提供足量之棉蚜及5 × 5㎝^{2}之隱蔽物5片。瓜葉與隱蔽物逐日累置，至全部幼虫化蛹為止。老熟幼虫靜止且身體開始捲縮弓起時至化蛹暫視為前蛹期，記錄每日之前蛹數，附著在隱蔽物或瓜葉上者連附著物剪成小塊計數後置回原養虫罐內、附著在罐壁或罐蓋上者於虫體旁附著物上以紅色油性簽字筆作標記，避免重複計算。記錄幼虫期第一隻發育至化蛹所需時間，每日之蛹數記錄方法同前蛹。第一隻成虫羽化之所需時間與成虫總數，成虫羽化後即移離養虫罐，避免捕食較遲羽化之蛹。另外，取先羽化之成虫雌雄各10隻，秤其初羽化時之體重。

(二) 飼育密度試驗：將當日孵化之瓢虫幼虫接殖於備有足量棉蚜連同洋香瓜葉片之養虫罐內，接殖虫數分1. 100隻；2. 200隻及3. 400隻三種處理，每日提供棉蚜食餌連同洋香瓜葉片及方法三之(一)所獲最佳隱蔽物，隱蔽物分別為每日3、5及10片。瓜葉及隱蔽物亦逐日累置，至所有幼虫化蛹為止。記錄同方法三之(一)。

以上試驗皆於溫度25 ± 1℃，相對濕度70 ± 10% RH、光照時間12 : 12 (L : D) h之生長箱中進行，各重複四次。調查結果之平均值以5% 鄧肯氏多變域差異性測試法 (Duncan's multiple range test at 5% level) 分析比較處理間之差異顯著性。

結　果

200隻幼虫集體飼養於12公升裝養虫罐中，無論添加隱蔽物與否自孵化發育至化蛹所需時間均為7.3日，自化蛹至成虫羽化所需時間有添加者為4.5日，無添加者為4.8日，皆無顯著差異 (表1)。初羽

化成虫之體重，有無添加隱蔽物之間亦無差異，但雌虫皆比雄虫重，分別爲24.6～24.7mg與20.5～20.9mg (表1)。表2爲不同虫期之存活率，幼虫期與前蛹期於添加瓦楞紙或瓦楞塑膠片處理均顯著高於無添加處理的41.8%與77.0%，幼虫期分別爲56.0%或51.4%，前蛹期分別爲81.6%或80.3%，二種隱蔽物處理間差異不顯著。蛹期存活率以添加瓦楞紙之93.7%爲最高，明顯高於無添加者之78.9%，添加瓦楞塑膠片者爲83.4%居中而與前二者皆無顯著差異。不同虫期之間存活率比較，有添加瓦楞紙片處理明顯以幼虫期最低，蛹期最高，前蛹期居中，三者間呈顯著差異；添加瓦楞塑膠片處理與對照組亦皆以幼虫期顯著最低，但前蛹期與蛹期差異不顯著 (表2)。

在每罐100、200及400隻幼虫不同飼育密度下之發育所需時間，幼虫期分別爲7.3日、7.3日及7.4日，蛹期皆爲4.5日，均無顯著差異 (表3)。初羽化成虫體重，不同密度間差異亦不顯著，但仍以雌虫較重，雌雄虫分別爲24.3～25.1mg與20.2～21.1mg (表3)。存活率之比較如表4所示，幼虫期以低密度每罐100隻之74.3%爲最高，顯著高於每罐200隻之56.0%，高密度每罐400隻者居中爲66.3%，

表1. 添加不同隱避物集體飼育錨紋瓢虫之幼虫與蛹發育時間及成虫體重

Table 1. Development time of larva and pupa and body weight of adult of *L. biplagiata* after adding different concealments for group rearing (mean ± S.E.)

Concealment	Development time (day)		Body weight of adult (mg)	
	Larva	Pupa	Female	Male
Corrugated paper	7.3 ± 0.4 a*	4.5 ± 0.5 a	24.7 ± 0.7 a	20.9 ± 0.8 a
Corrugated plastics	7.3 ± 0.4 a	4.5 ± 1.1 a	24.6 ± 1.2 a	20.5 ± 1.1 a
None	7.3 ± 0.4 a	4.8 ± 0.4 a	24.6 ± 0.7 a	20.8 ± 0.8 a

* Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表2. 添加不同隱避物集體飼育錨紋瓢虫之幼虫、前蛹與蛹存活率

Table 2. Survival rate of larva, prepupa and pupa of *L. biplagiata* after adding different concealments for group rearing (%, mean ± S.E.)

Concealment	Larva	Prepupa	Pupa
Corrugated paper	$56.0 \pm 6.0_{a}^{z*}$	$81.6 \pm 1.6_{a}^{y}$	$93.7 \pm 4.1_{a}^{x}$
Corrugated plastics	$51.4 \pm 5.6_{a}^{y}$	$80.3 \pm 1.8_{a}^{x}$	$83.3 \pm 3.6_{ab}^{x}$
None	$41.8 \pm 1.0_{b}^{y}$	$77.0 \pm 0.4_{b}^{x}$	$78.9 \pm 8.1_{b}^{x}$

* Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test, lower and upper case letter for columns and rows, respectively.

表3. 不同密度集體飼育錨紋瓢虫之幼虫期與蛹期發育時間

Table 3. Development time of larva and pupa and body weight of adult of *L. biplagiata* for group rearing in various densities (mean ± S.E.)

No. larva/ case	Development time (day)		Body weight of adult (mg)	
	Larva	Pupa	Female	Male
100	7.3 ± 0.3 a*	4.5 ± 0.6 a	25.1 ± 1.2 a	20.2 ± 0.8 a
200	7.3 ± 0.4 a	4.5 ± 0.4 a	24.7 ± 0.7 a	20.9 ± 0.8 a
400	7.4 ± 0.5 a	4.5 ± 0.5 a	24.3 ± 1.1 a	21.1 ± 1.3 a

* Footnote is the same as Table 1.

與前二者皆差異不顯著。前蛹期存活率分別爲91.8%、81.5%及87.9%，仍是以低密度者最高，高密度者居中但與另二者呈顯著之差異。蛹期存活率分別爲94.6%、93.7%及93.5%，三種密度之間無顯著差異。不同虫期之間存活率比較，每罐飼育100隻與400隻，皆以幼虫期顯著最低，但前蛹期與蛹期皆差異不顯著；每罐200隻亦以幼虫期最低，但蛹期最高，三者間有顯著差異 (表4)。

表4. 不同密度集體飼育錨紋瓢虫之幼虫期、前蛹期及蛹期存活率

Table 4. Survival rate of larva, prepupa and pupa of *L. biplagiata* for group rearing in various densities (%, mean ± S.E.)

No. larva/ case	Larva	Prepupa	Pupa
100	$74.3 \pm 3.0\ _{a}^{y*}$	$91.4 \pm 1.7\ _{a}^{x}$	$94.6 \pm 2.9\ _{a}^{x}$
200	$56.0 \pm 6.0\ _{b}^{z}$	$81.5 \pm 1.6\ _{b}^{y}$	$93.7 \pm 4.1\ _{a}^{x}$
400	$66.3 \pm 7.5\ _{ab}^{y}$	$87.9 \pm 3.0\ _{a}^{x}$	$93.5 \pm 1.5\ _{a}^{x}$

* Footnotes is the same as Table 2.

討 論

Miller (1995)在比較不同條件飼養瓢虫 (*Eriopis connexa* Mulsant) 時，認爲幼虫期之發育所需時間、存活率與成虫體重是評估飼養效果的重要指標，Agrawala and Dixon (1992) 認爲卵與初齡幼虫是較易被攻擊的虫期。但Osawa (1992)認爲蛹亦是易被殘殺的時期。Schellhorn and Andow (1999) 提到脫皮狀態的幼虫與蛹皆易被攻擊。因此本試驗除幼虫期外，尚記錄前蛹期與蛹期之存活率。雖然捕食性瓢虫的自相殘殺多發生於食餌不足的情況下[10]，但Obrycki and Kring (1998) 觀察得儘管食餌足夠，瓢虫幼虫亦會因爲向食餌聚集搜食，增加相遇的機會而升高幼虫與蛹的互殘。故本試驗期藉由添加隱蔽物以減少自相殘殺機會，由表1、2結果可知添加隱蔽物對發育時間及成虫體重皆無影響，但有提高存活率的效果，添加瓦楞紙片與瓦楞塑膠片效果相近，此與李(1995)以瓦楞紙做爲隱避場所大幅提高基徵草蛉之幼虫存活率結果類似。惟在蛹存活率上以瓦楞紙片爲隱蔽物效果稍優，而瓦楞塑膠片可回收再利用是其優點。

一般多認爲飼育密度與存活率成負相關[1]，本試驗比較不同飼育密度下之存活率，幼虫與前蛹果然皆以低密度處理最高，但每罐200隻中密度反而比每罐400隻高密度爲低 (表4)，此可能與隱蔽物之添加量不足有關。高密度處理至停止投餌時，逐日累積之隱蔽物與瓜葉幾乎佔滿養虫罐，可能因而形成較佳之隱避處所，降低靜止期虫體被遇著的頻度，故幼虫與蛹存活率皆高於中密度 (表4)。然而增加隱蔽物添加量與調整添加方式是否眞可提高存活率，仍有待進一步證實。低密度處理雖有較高之存活率，但至停止投餌時，累積之瓜葉與隱蔽物所佔空間尚不及養虫罐一半，空間未充份利用，高密度處理則是太擁擠操作不便。因此，每罐100～200隻爲較理想之幼虫期飼育密度，不同飼育密度各虫期之存活率雖有部份差異，但對於發育所需時間與育得之成虫體重並未造成影響 (表3)。

Agrawala and Dixon (1992) 曾觀察瓢虫 (*A. bipunctata* (L.)) 的自相殘殺，發現幼虫期只捕食比自己弱小或同齡或靜止期的個體，但未比較何虫期之被殘殺較爲嚴重。從本試驗中不同虫期之存活率比較，添加隱蔽物與否皆顯著以幼虫期最低 (表2)，雖然添加隱蔽物雖可提高幼虫期之存活率，但仍爲最低存活率時期，另二時期可能因其族群密度已降低許多，再加上隱蔽物與瓜葉之累積而增加了隱避場所，因而有較高的存活率。不同飼育密度之測試結果亦類似 (表4)。雖然集體飼育之最主要死亡階段在幼虫期，但前蛹與蛹期存活率最低達77.0% (表2、4)，若能將前蛹即時分離另置空養虫罐內，杜絕前蛹與蛹被幼虫攻擊的機會，可能有助於此二時期的存活。就如Osawa (1992) 觀察*Harminia axyridis*

(Pallas) 瓢虫幼虫，在有蚜虫聚集處會集中搜食，提高與蛹相遇的頻度，因而提高蛹被捕食率。Schellhorn and Andow (1999) 亦認爲與靜止時期被搜食中的幼虫遇著頻度有關，而不與活動時期幼虫的互相遭遇有關，乃因蛻皮中與化蛹中的靜止時期最易被攻擊。另外，Schellhorn and Andow (1999) 在測試數種瓢虫之密度與自相殘殺率之關係時，發現其相關性因種類而異，如 *Coleomegilla maculata* (DeGeer)就顯然比 *Adalia bipunctata* (L.) 與 *H. convergens* 低，乃因前者在食餌蚜虫缺乏時較能安於以花粉爲食，較不急於搜食蚜虫而躁動。Cottrell and Yeargan (1998) 亦證實花粉的存在可減少 *C. maculata* 卵的被捕食，足見花粉可作爲某些瓢虫種類的食物，轉移其自相殘殺的壓力。錨紋瓢虫是否可在添加隱蔽物之外，另再供食花粉以提高其存活率，亦可再深入探討。

傳統農作物害虫生物防治所用之天敵，有部份收集自田野，但主要虫源仍來自室內繁殖[6, 8]。因此，天敵能否被大量飼育悠關該天敵之應用價值，而飼育技術與飼料爲其兩大關鍵。本試驗證明可以集體飼育方式大量飼育錨紋瓢虫，而添加隱蔽物與調節飼育密度確可有效提高其存活率。然而目前飼育錨紋瓢虫仍以蚜虫爲食餌，要大量飼育瓢虫，蚜虫需求量亦大。蚜虫猶需栽培寄主植物來繁殖，要長期持續地供應，在人力、物力及空間上耗費繁重，實非良策。因此，有必要加強研發經濟簡便之代用飼料，如人工飼料或可容易飼養且能長期穩定大量生產之生物性代用飼料等，方能供應田間生物防治之用。本試驗結果亦可作爲研發代用飼料之效果評估。

誌　謝

本試驗承中正農業科技社會公益基金會（87－中基－農－33）及行政院農業委員會（88科技－1.3－檢－01(8)）經費資助，謹此誠致謝忱。

引用文獻

1. 李文台。1995。基徵草蛉幼虫集體飼育技術改進。中華昆虫 15(1): 11-17。
2. 姚善錦、陶家駒。1972。蚜虫之天敵：I.瓢虫類。省立博物館科學年刊。15: 25-77。
3. 張有明、蕭吉雄、楊偉正、許秀惠、趙玉珍、黃秋雄。1987。五種瓜類病毒在本省甜瓜及西瓜之發生與分布。中華農業研究 36(4): 389-397。
4. Agarwala, B. K., and A. F. G. Dixon. 1992. Laboratory study of cannibalism and interspecific predation in ladybirds. Ecol. Entomol. 17: 303-309.
5. Cottrell, T. E., and K. V. Yeargan. 1998. Effect of pollen on *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) population density, predation, and cannibalism in sweet corn. Environ. Entomol. 27(6): 1402-1410.
6. Dreistadt, S. H. and M. L. Flint. 1996. Melon aphid (Homoptera: Aphididae) control by inundative convergent lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) release on chrysanthemum. Ibid. 25(3): 688-697.
7. Frazer, B. D. 1988. Coccinellidae. pp. 231-247. In: A. K. Minks. and P. Harrewijn. (eds.). *World crop pest*, *Aphids their biology*, *natural enemies and control*. Vol. 2B. Elsevier Science Publishing Company Inc., New York.
8. Hagen, K. S. 1962. Biology and ecology of predaceous coccinellidae. Ann. Rev. Entomol. 7: 289-326.
9. Lisa, V. G., G. Boccardo, G. D. Agostino, G. Dellavalle, and D. Aquilo. 1981. Characterization of a potyvirus that causes zucchini yellow mosaic. Phytopathology 71: 668-672.
10. Mills, N. J. 1982. Voracity, cannibalism and coccinellid predation. Ann. Appl. Biol. 101: 144-148.
11. Miller, J. C. 1995. A comparison of techniques for laboratory propagation of a South American ladybeetle, *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). Biol. Control 5: 462-465.
12. Obrycki. J. and C. J. Orr. 1990. Suitability of three prey species for nearctic populations of *Coccinella septempunctata*, *Hippodamia variegata*, and *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). J. Econ. Entomol. 83: 1292-1297.
13. Obrycki, J. J., and T. J. Kring. 1998. Predaceous coccinellidae in biological control. Annu. Rev. Entomol. 43: 295-321.
14. Osawa, N. 1992. Effect of pupation site on pupal cannibalism and parasitism in the ladybird beetle *Harmonia axyridis* Pallas

(Coleoptera: Coccinellidae). Japan. J. Entomol. 60:131-135.
15. Pienkowski, R. L. 1965. The incidence and effect of egg cannibalism in first-instar *Coleomegilla maculata lengi* (Coleoptera: Coccinellidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 58: 150-153.
16. Schellhorn, N. A., and D. A. Andow. 1999. Mortality of coccinellid (Coleoptera: Coccinellidae) larvae and pupae when prey become scare. Environ. Entomol. 28(6): 1092-1100.
17. Wright, E. J., and J. E. Laing. 1982. Stage-specific mortality of *Coleomegilla maculata lengi* Timberlake on corn in southern Ontario. Ibid. 11(1): 32-37.

Effect of Concealment and Rearing Density on the Development and Survival of *Lemnia biplagiata* (Coleoptera : Coccinellidae) [1]

Jih-Zu Yu and Bing-Huei Chen[2]

Summary

Experiments were conducted to assess the effect of adding concealments and regulating density on the development and survival of *Lemnia biplagiata* (Swartz) by rearing larvae with a 12-litre container at 25 ℃ in laboratory. Results showed that adding concealments increased the survival rate of larva, prepupa and pupa were 51.4-56.0%, 80.3-81.6 and 83.4-93.7%, respectively, which was 41.8%, 77.0% and 78.9% respectively higher than the control without adding concealments. But there was no significant effect on the development time of larva and pupa, and body weight of adult. Adding corrugated paper or plastics as concealments had similar effect that increased the survival rate, but the pupal survival rate of the former was slightly higher. Low rearing density, 100 larva per container, had the highest survival rate of 74.3% and 91.8% for larva and prepupa, respectively. There was no significant difference among three rearing densities in terms of pupal survival rate which was 93.5-94.6%. Rearing 100-200 larvae in a container was appropriate when space and facility were considered. In general, larva having the lowest survival rate was the main fatal stage during group rearing following by prepupa and pupa.

Key words : *Lemnia biplagiata* (Swartz), Aphid, Group rearing, Concealment.

1.Contribution No. 2059 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.

2.Respectively, Assistant Entomologist, Department of Applied Zoology, and Senior Entomologist and Head, Office of Technical Service, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.